

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-131541

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 10-305255

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 27.10.1998

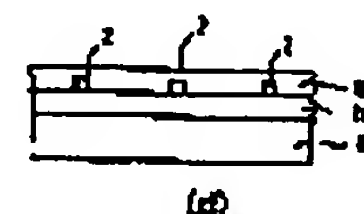
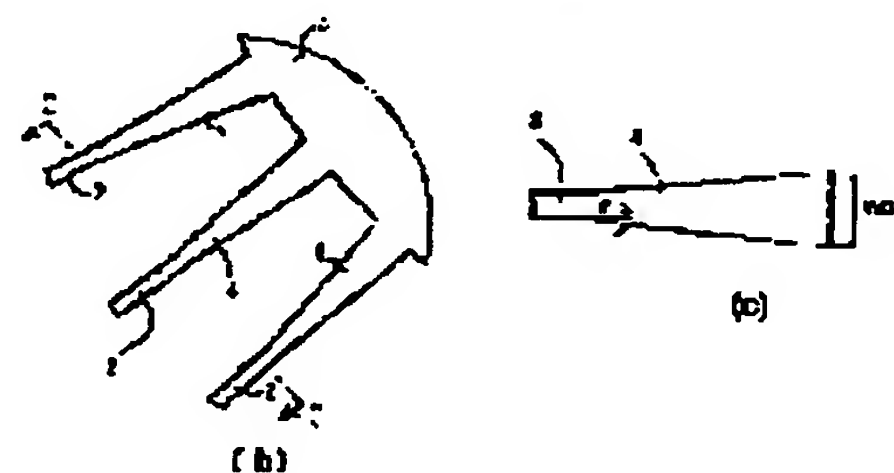
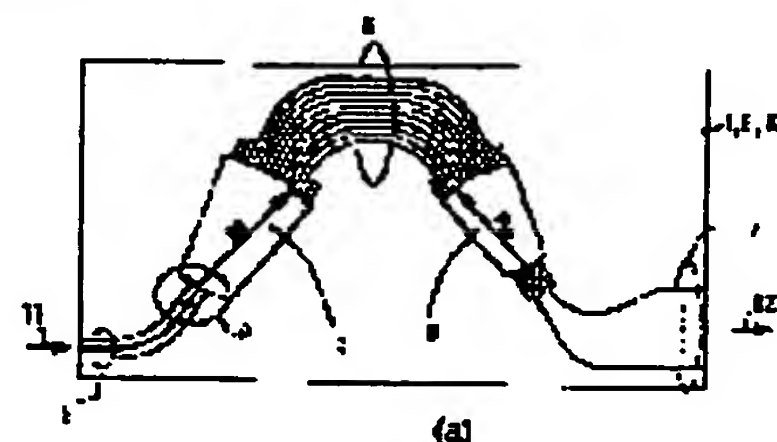
(72)Inventor : OKAWA MASAHIRO  
MARU KOICHI  
UETSUKA NAOTO

## (54) OPTICAL WAVELENGTH MULTIPLEXING/DEMULTIPLEXING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical wavelength multiplexing/demultiplexing device which is little in crosstalk to adjacent channel and is small in loss.

**SOLUTION:** The optical wavelength multiplexing/demultiplexing device of an array waveguide diffraction grating type is provided with tapered waveguides 4 between input waveguides 2 and an input side slab waveguide 3, and the slab radius  $R_o$  of an output side slab waveguide 6 is made smaller than the slab radius  $R_i$  of the input side slab waveguide 3, thereby, the device of a low adjacent crosstalk and a small loss having steep rising and falling characteristics can be embodied.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.03.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-131541  
(P2000-131541A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 6/12

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/12

サーチコード(参考)  
F 2 H 0 4 7

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-305255  
(22) 出願日 平成10年10月27日 (1998.10.27)

(71) 出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目6番1号  
(72) 発明者 大川 正浩  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内  
(72) 発明者 丸 浩一  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内  
(74) 代理人 100068021  
弁理士 絹谷 信雄

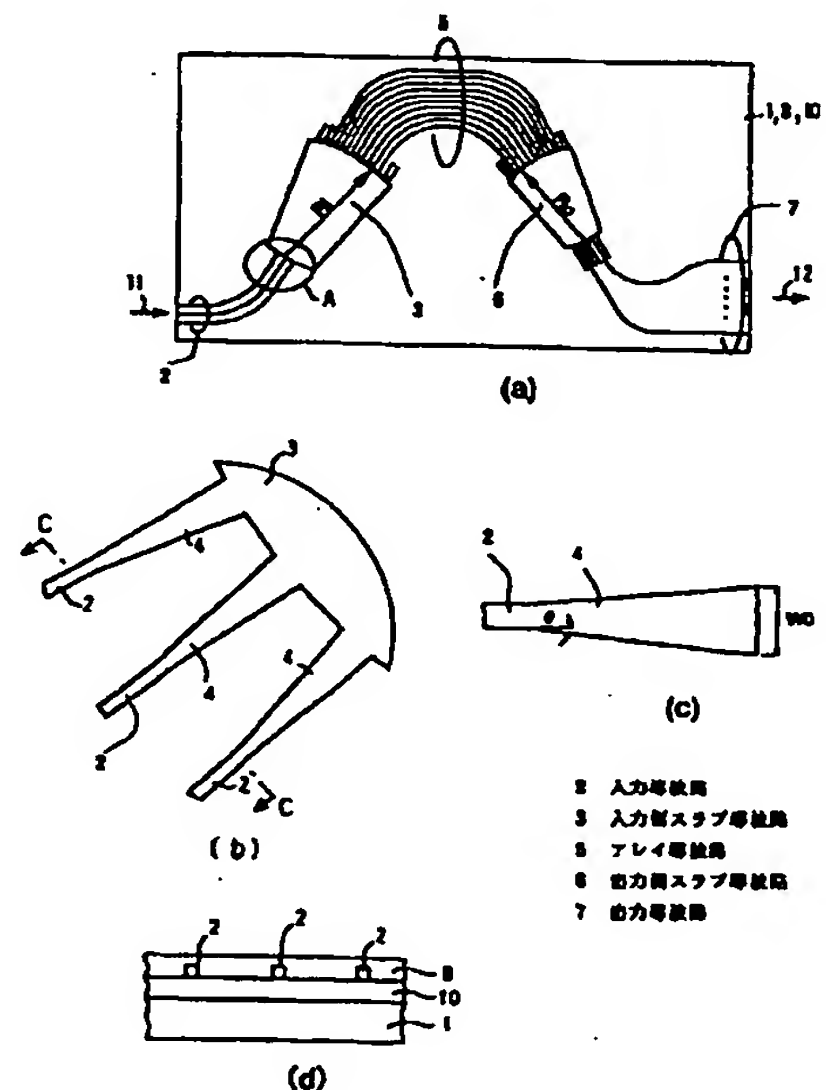
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波長合分波器

(57) 【要約】

【課題】 隣接チャネルへのクロストークが少なく、損失が小さい光波長合分波器を提供する。

【解決手段】 アレイ導波路回折格子型の光波長合分波器の入力導波路2と入力側スラブ導波路3との間にテーパ導波路4を設け、出力側スラブ導波路6のスラブ半径R<sub>o</sub>を入力側スラブ導波路3のスラブ半径R<sub>i</sub>よりも小さくすることにより、急峻な立上がり、立ち下がり特性を有する低隣接クロストーク、低損失のデバイスを実現することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板上に形成され入力側から波長分割多重光信号が入力される入力導波路と、入力側が該入力導波路の出力側に接続された入力側スラブ導波路と、入力側が該入力側スラブ導波路の出力側に接続され、所定の導波路長差を有する複数本の導波路からなるアレイ導波路と、入力側が該アレイ導波路の出力側に接続され上記波長分割多重光信号を分波して出力する複数本の出力導波路とを備えた光波長合分波器において、上記入力導波路と上記入力側スラブ導波路との間にテーバ導波路が配置され、上記出力側スラブ導波路のスラブ半径が上記入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さく形成されていることを特徴とする光波長合分波器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信に用いられる光波長合分波器に関し、特に波長分割多重光信号の合分波に用いられる光波長合分波器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信の分野において、複数の光信号を別々の波長の光にのせ、1本の光ファイバで伝送し、情報容量を拡大する方法（波長分割多重方式）が検討されている。この波長分割多重方式においては、異なる波長の光を合波あるいは分波する合分波器が重要な役割を果たしている。中でもアレイ回折格子を用いた光波長合分波器は狭い波長間隔で通信容量の多重数を大きくすることができ、有望視されている。

【0003】 波長多重方式の伝送システムに用いられる光波長合分波器では、半導体レーザ光源の波長制御許容範囲、光ファイバアンプの利得特性、分散補償ファイバの波長特性と関連して、隣接チャンネルの低クロストーク化が重要な課題である。

【0004】 一方、波長分割多重方式伝送システムの低コスト化の実現のためには、光波長合分波器の損失を低減し、多段接続する光ファイバアンプの数を減らすことが重要である。従来の光合分波器では、図5（a）、

（b）に示すように、入力導波路2と入力側スラブ導波路3とのインターフェイスにおける導波路形状と、出力側スラブ導波路6と出力導波路7とのインターフェイスにおける導波路形状とを等しくして、モードフィールドのミスマッチ損失を抑えることにより、低損失な通過特性を実現していた。

【0005】 なお図5（a）は従来の光波長合分波器の平面図であり、図5（b）は図5（a）の領域Bの拡大図である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来の光波長合分波器では、電界分布がガウス分布となって、隣接するチャンネルへの光の漏れ込み（隣接クロストーク）が大きくなってしまいうという問題があった。

【0007】 そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、隣接チャンネルへのクロストークが少なく、損失が小さい光波長合分波器を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明は、基板と、基板上に形成され入力側から波長分割多重光信号が入力される入力導波路と、入力側が該入力導波路の出力側に接続された入力側スラブ導波路と、入力側が該入力側スラブ導波路の出力側に接続され、所定の導波路長差を有する複数本の導波路からなるアレイ導波路と、入力側が該アレイ導波路の出力側に接続され波長分割多重光信号を分波して出力する複数本の出力導波路とを備えた光波長合分波器において、入力導波路と入力側スラブ導波路との間にテーバ導波路が配置され、出力側スラブ導波路のスラブ半径が入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さく形成されているものである。

【0009】 本発明によれば、アレイ導波路回折格子型の光波長合分波器の入力導波路と入力側スラブ導波路との間にテーバ導波路を設けることにより急峻な立ち上がり、立ち下がり特性をもつ低隣接クロストークの良好な特性が得られる。また、アレイ導波路回折格子型の光波長合分波器の出力側スラブ導波路のスラブ半径を入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さくすることにより、低損失、小型のデバイスを実現することができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0011】 図1（a）は本発明の光波長合分波器の一実施の形態を示す平面図であり、図1（b）は図1（a）の領域Aの拡大図であり、図1（c）は図1（b）のテーバ導波路部分の拡大図であり、図1（d）は図1（b）のC-C線断面図である。

【0012】 図1に示す光波長合分波器は、基板1と、基板1を覆うバッファ層10と、バッファ層10上に形成され入力側（図では左側）から波長多重光信号が入力される複数の入力導波路2と、入力側が各入力導波路2の出力側（図では右側）に接続されたテーバ導波路4と、入力側がテーバ導波路4の出力側に接続された曲率半径 $R_i$ の入力側スラブ導波路3と、入力側が該入力側スラブ導波路3の出力側に接続され、隣接する導波路長が $\Delta L$ ずつ異なるアレイ導波路回折格子からなるアレイ導波路5と、入力側がアレイ導波路5の出力側に接続された曲率半径 $R_o$ の出力側スラブ導波路6と、入力側が出力側スラブ導波路6の出力側に接続され、波長分割多重光信号を分波して出力する複数の出力導波路7と、これら導波路2～7を覆うクラッド8とで構成され、出力側スラブ導波路6のスラブ半径 $R_o$ が入力側スラブ導波路3のスラブ半径 $R_i$ よりも小さくなるように形成されている。

【0013】 このような光波長合分波器の特性調整方法



について図1 (a) ~ (c) を参照して説明する。

【0014】入力導波路2に矢印11方向に入射した波長多重信号光（以下「信号光」という）は、テーパ導波路4を伝搬して入力側スラブ導波路3へ到達する。入力側スラブ導波路3内では、光の水平方向の閉じ込めがないため、信号光は広がり、アレイ導波路5に導波される。信号光はアレイ導波路5で所望の位相差を受け、出力側スラブ導波路6へと伝搬する。アレイ導波路5で受ける位相差は、信号光の波長によって異なるので、波長多重信号は、波長によって異なる点に集光される。それぞれの波長の信号光は出力導波路7を伝搬して矢印12方向に出射される。

【0015】入力側スラブ導波路3に伝搬するときの信号光の電界分布は、テーパ導波路4により立ち上がり、立ち下がり付近で急峻な分布へと変換される。二つのスラブ導波路（入力側スラブ導波路3と出力側スラブ導波路6）は、いわば光学レンズとして機能するが、スラブ導波路3、6の曲率半径 $R_i$ 、 $R_o$ が異なるため、入力側スラブ導波路3及びテーパ導波路4のインターフェイスでの電界分布は、出力側スラブ導波路6及び出力導波路7のインターフェイスで再現されず、 $x$ 方向に $R_o/R_i$ 倍された分布となる。その結果、出力導波路7の直前での電界分布は、 $x$ 方向に縮小した分布となる。従って、出力導波路7の直前での電界分布と出力導波路の固有モードとの重畳積分によって決定される波長特性は、急峻な立ち上がり、立ち下がりをもった低損失な波形となる。

【0016】次に本発明を用いたアレイ導波路回折格子型光波長合分波器のシミュレーション結果を示す。クラッドの屈折率 $n_{cl}$ を1.4574とし、コアの屈折率 $n_{co}$ を1.4692とし、比屈折率差 $\Delta$ を0.8%とし、チャネル導波路の屈折率を $6 \times 6 \mu m^2$ とした。

【0017】入力導波路2のテーパ導波路4のテーパ拡がり角度 $\theta$ を $0.5^\circ$ とし、入力側スラブ導波路3とのインターフェイスでのコア幅 $W_0$ を $19 \mu m$ とした。分波間隔は $100 GHz$  ( $\Delta\lambda = 0.8 nm$ ) としてシミュレーションを行った。また、比較のために、テーパ導波路4が無い場合（入力側スラブ導波路3とのインターフェイスでのコア幅 $W_0 = 6 \mu m$ ）の場合についてもシミュレーションを行った。

【0018】まず、入力側スラブ導波路3の曲率半径 $R_i$ と、出力側スラブ導波路6の曲率半径 $R_o$ との比 $R_o/R_i$ を1.0とした。

【0019】図2はテーパ導波路が有る場合の入力側スラブ導波路とのインターフェイスでの電界分布とテーパ導波路が無い場合の入力側スラブ導波路とのインターフェイスでの電界分布を示す図である。同図において縦軸は電界強度であり、横軸は導波路の幅方向の位置である。

【0020】テーパ導波路4が無い場合（図中破線で示

す）には電界強度曲線はゆっくりとした立ち上がり、立ち下がり分布を有するのに対し、テーパ導波路4が有る場合（図中実線で示す）は、電界強度曲線が立ち上がり、立ち下がり付近で急峻な分布になるように改善されているのが分かる。

【0021】図3は本発明の光波長合分波器の波長損失特性と従来の光波長合分波器の波長特性のシミュレーション結果を示す図である。

【0022】なお、本シミュレーションでは、比較のため、3 dB帯域幅が略等しくなるように、出力導波路を配置した。20 dB帯域幅はテーパ導波路が有る場合は0.90 nmであり、テーパ導波路が無い場合は1.06 nmである。テーパ導波路が有る場合では、若干の約1.3 dBという損失増加があるものの、急峻な立ち上がり、立ち下がり特性を有する良好な特性が得られていることが分かる。

【0023】次にスラブ導波路半径を非対称とした場合のシミュレーション結果を行った。クラッドの屈折率 $n_{cl}$ を1.4574とし、コアの屈折率 $n_{co}$ を1.4692とし、比屈折率差 $\Delta$ を0.8%とし、チャネル導波路の屈折率を $6 \times 6 \mu m^2$ とした。テーパ導波路4のテーパ拡がり角度 $\theta$ を $0.5^\circ$ とし、入力側スラブ導波路3とのインターフェイスでのコア幅 $W_0$ を $19 \mu m$ とした。分波間隔は $100 GHz$  ( $\Delta\lambda = 0.8 nm$ ) としてシミュレーションを行った。なお、入力側スラブ導波路3と出力側スラブ導波路6との半径比 $R_o/R_i$ を0.59とした。

【0024】図4は光波長合分波器のスラブ半径比 $R_o/R_i$ を変えた場合の波長損失特性のシミュレーション結果を示す図であり、横軸が波長であり、縦軸が損失である。

【0025】3 dB帯域幅は上述したスラブ半径比 $R_o/R_i$ が1.0と略等しくなるように設計した。20 dB帯域幅は0.85 nmであり、スラブ半径比 $R_o/R_i$ が1.0の場合に比べ若干改善され、さらに、挿入損失は1.0の場合に比べ、約1.1 dB低減された。また、非対称スラブ構造を用いると、出力側スラブ導波路6の半径 $R_o$ を小さくすることができるので、素子サイズを小型にできるという利点がある。

【0026】なお、本実施例ではテーパ導波路4のコア幅 $W_0$ を $19 \mu m$ とし、スラブ半径比 $R_o/R_i$ を0.59とし、チャネル間隔を $100 GHz$ として設計したが、これに限るものではなく、損失、帯域幅、クロストーク等の要求に応じ、フレキシブルな設計ができる。

【0027】以上において、アレイ導波路回折格子型の光波長合分波器の入力導波路と入力側スラブ導波路との間にテーパ導波路を設け、出力側スラブ導波路のスラブ半径を入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さくすることにより、急峻な立ち上がり、立ち下がり特性を有する低隣接クロストーク、低損失のデバイスを実現するこ

とができる。

【0028】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

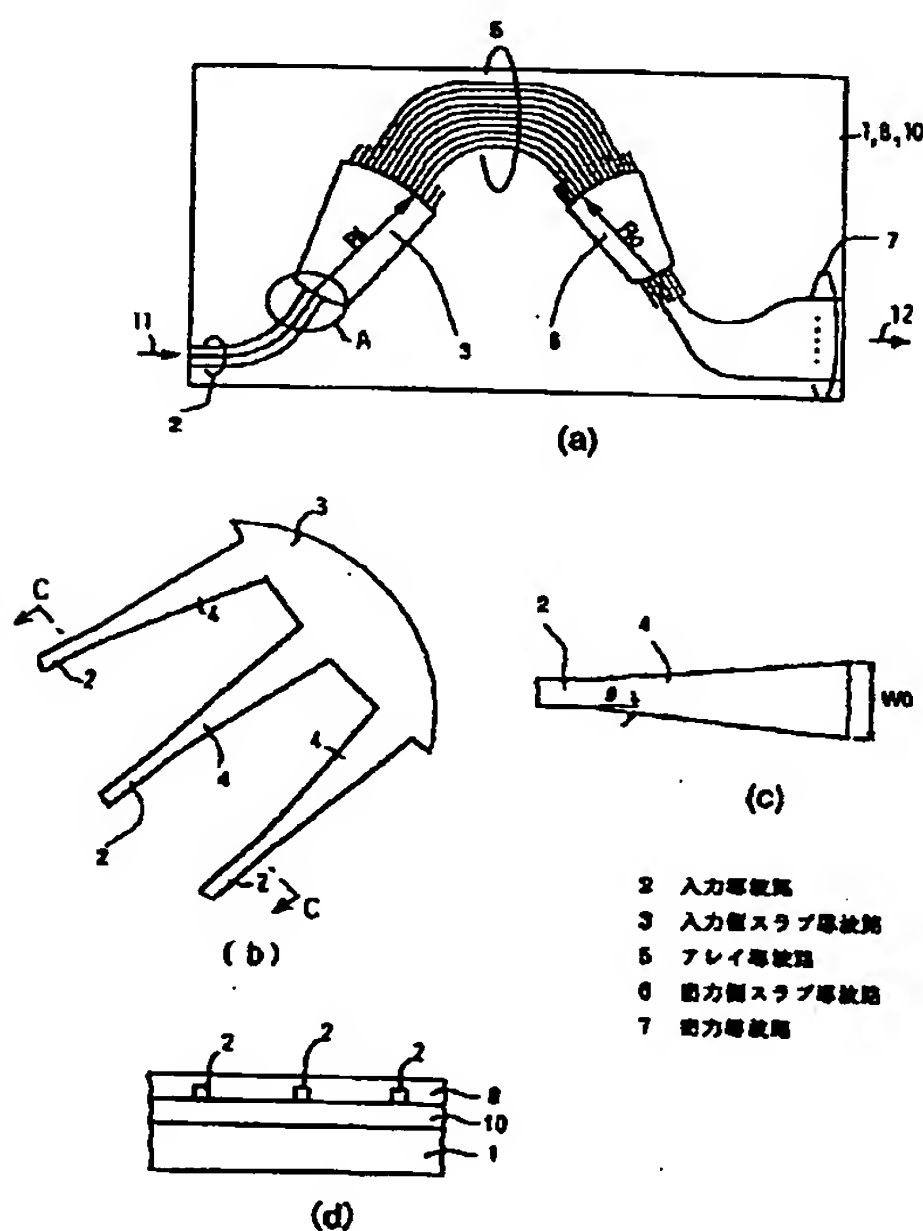
【0029】隣接チャネルへのクロストークが少なく、損失が小さい光波長合分波器の提供を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の光波長合分波器の一実施の形態を示す平面図であり、(b)は(a)の領域Aの拡大図であり、(c)は(b)の拡大図であり、(d)は

【図2】テーパ導波路が有る場合の入力側スラブ導波路とのインターフェイスでの電界分布とテーパ導波路が無い場合の入力側スラブ導波路とのインターフェイスでの電界分布を示す図である。

【図1】



(4)

特開2000-131541  
6

【図3】本発明の光波長合分波器の波長損失特性と従来の光波長合分波器の波長特性のシミュレーション結果を示す図である。

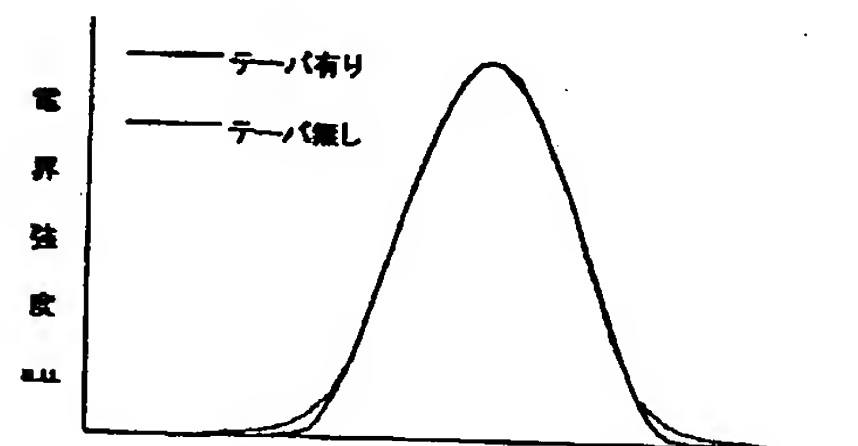
【図4】光波長合分波器のスラブ半径比 $R_o/R_i$ を変えた場合の波長損失特性のシミュレーション結果を示す図である。

【図5】(a)は従来の光波長合分波器の平面図であり、(b)は(a)の領域Bの拡大図である。

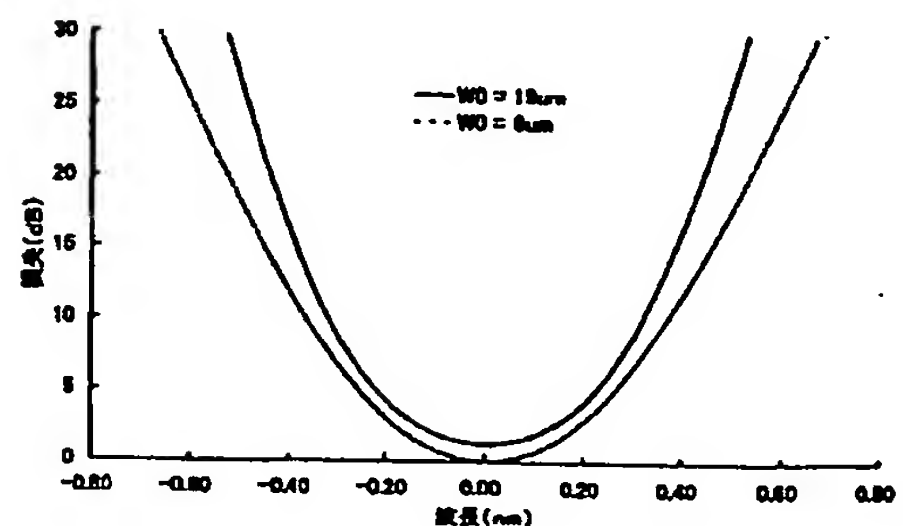
【符号の説明】

- 2 入力導波路  
3 入力側スラブ導波路  
5 アレイ導波路  
6 出力側スラブ導波路  
7 出力導波路

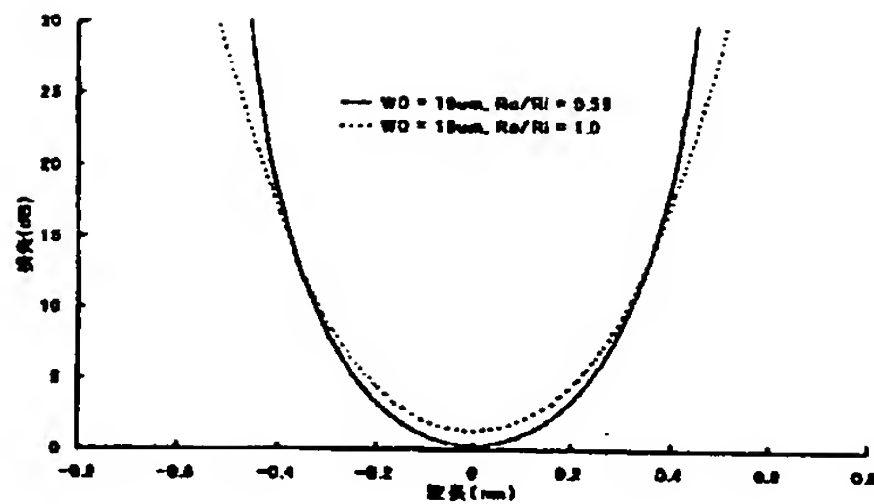
【図2】



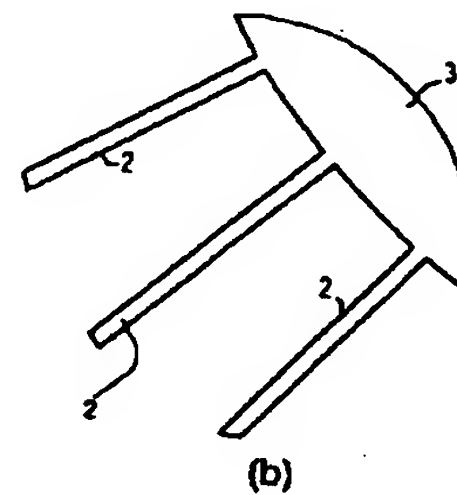
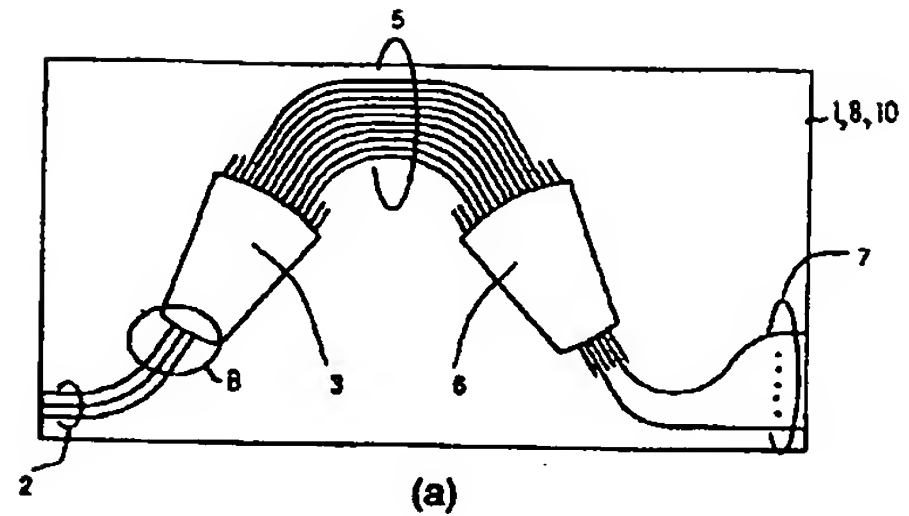
【図3】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年9月29日（1999. 9. 29）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、該基板上に形成され入力側から波長分割多重光信号が入力される入力導波路と、入力側が該入力導波路の出力側に接続された入力側スラブ導波路と、入力側が該入力側スラブ導波路の出力側に接続され、所定の導波路長差を有する複数本の導波路からなるアレイ導波路と、入力側が該アレイ導波路の出力側に接続された出力側スラブ導波路と、入力側が該出力側スラブ導波路の出力側に接続され上記波長分割多重光信号を分波して出力する複数本の出力導波路とを備えた光波長合分波器において、上記入力導波路と上記入力側スラブ導波路との間にテーパ導波路が配置され、上記出力側スラブ導波路のスラブ半径が上記入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さく形成されていることを特徴とする

光波長合分波器。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、基板と、基板上に形成され入力側から波長分割多重光信号が入力される入力導波路と、入力側が該入力導波路の出力側に接続された入力側スラブ導波路と、入力側が該入力側スラブ導波路の出力側に接続され、所定の導波路長差を有する複数本の導波路からなるアレイ導波路と、入力側が該アレイ導波路の出力側に接続された出力側スラブ導波路と、入力側が該出力側スラブ導波路の出力側に接続され波長分割多重光信号を分波して出力する複数本の出力導波路とを備えた光波長合分波器において、入力導波路と入力側スラブ導波路との間にテーパ導波路が配置され、出力側スラブ導波路のスラブ半径が入力側スラブ導波路のスラブ半径よりも小さく形成されているものである。



フロントページの続き

(72)発明者 上塚 尚登  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

Fターム(参考) 2H047 KA02 KA04 KA12 KA13 KB10  
LA01 LA19 TA01 TA14 TA35